

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07298258 A

(43) Date of publication of application: 10.11.95

(51) Int. Cl.

H04N 7/24
G06T 1/20
G06T 9/00
H03M 7/30
H04N 7/015

(21) Application number: 06091786

(22) Date of filing: 28.04.94

(71) Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP < NTT >

(72) Inventor: YASHIMA YOSHIYUKI
KODERA HIROSHI

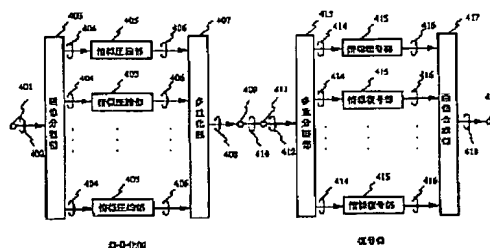
(54) IMAGE CODING/DECODING METHOD

(57) Abstract:

PURPOSE: To attain real time processing by dividing an image to be coded at a sender side into plural small images, applying high efficiency coding in parallel to each small image, sending the coded image, allowing a receiver side to decode and synthesize coded data with respect to the plural small images to obtain the original decoded image thereby reducing the processing speed per picture elements.

CONSTITUTION: A sender side uses an image division section 403 to divide a coding object image signal 402 into n-sets of small images 404. The signal of each small image 404 is given to an information compression section 405, in which coding processing is implemented and a coded output 406 is given to a multiplexer section 407, where the data are multiplexed into one coded output data 408 and sent to a transmission line 410. A receiver side uses a multiplexer/ demultiplexer section 413 to demultiplex the received coded data 412 into coded data 414 corresponding to n-sets of small images. Each decoded small image 416 decoded by each information decoding section 415 is given to an image synthesis section 417, in which the size of the image is restored to the original coded object image signal and the result is outputted to an output terminal 419 as a decoded signal 418.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-298258

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 7/24

G 0 6 T 1/20

9/00

H 0 4 N 7/ 13

Z

G 0 6 F 15/ 66

K

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-91786

(22) 出願日 平成6年(1994)4月28日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 八島 由幸

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 小寺 博

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

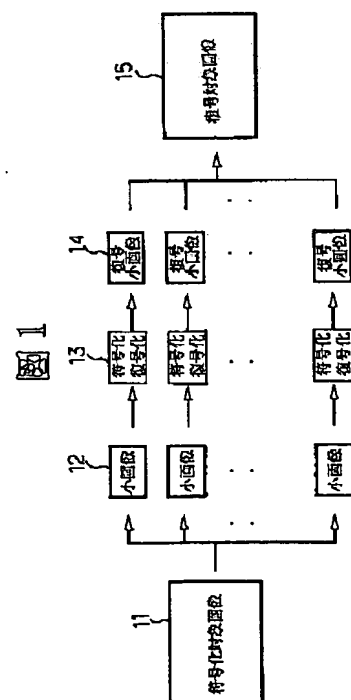
(74) 代理人 弁理士 秋田 収喜

(54) 【発明の名称】 画像符号化復号化方法

(57) 【要約】

【目的】 高いサンプリングレートを持つ画像を高エネルギー符号化する場合において、画素あたりの処理速度を低減して実時間処理を可能とする。

【構成】 画像符号化復号化方法であって、送信側で、符号化すべき画像を複数個の小画像に分割した後、分割されたそれぞれの小画像に対して並列に高エネルギー符号化を施して伝送し、受信側では、伝送された複数個の小画像に対する符号化データを復号した後、合成して元の画像の復合画像を得ることを特徴とする。また、前記符号化すべき画像を、水平・垂直方向にあらかじめ定められた比率でサブサンプリングを行って1つの小画像を得る手段を用い、サブサンプリングを行う際の位相をずらすことによって複数個の小画像を得た後、得られたそれぞれの小画像に対して並列に高エネルギー符号化を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側で、符号化すべき画像を複数個の小画像に分割した後、分割されたそれぞれの小画像に対して並列に高能率符号化を施して伝送し、受信側では、伝送された複数個の小画像に対する符号化データを復号した後、合成して元の画像の復号画像を得ることを特徴とする画像符号化復号化方法。

【請求項2】 符号化すべき画像を、水平・垂直方向にあらかじめ定められた比率でサブサンプリングを行って1つの小画像を得る手段を用い、サブサンプリングを行う際の位相をずらすことによって複数個の小画像を得た後、得られたそれぞれの小画像に対して並列に高能率符号化を行うことを特徴とする請求項1の画像符号化復号化方法。

【請求項3】 小画像を得るための分割の方法を信号の性質によって選択することを特徴とする請求項2の画像符号化復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ハイビジョン（HD TV: high density television）等の高いサンプリングレートを持つ画像を高能率符号化する場合において、符号化すべき画像を複数の標準TVサイズの小画像に分割して並列処理することにより、画素あたりの処理速度を低減して実時間処理を可能とする画像符号化復号化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図9は動き補償予測誤差に対して離散コサイン変換（DCT）を施す代表的な動画画像符号化方法のブロック図である。

【0003】この動画画像符号化方法においては、図9に示すように、入力端子101から入力された画像102は、動きベクトル検出部103で、フレームメモリ104に蓄えられている1フレーム前の復号画像との間で動きベクトル105が求められ、動き補償部106において、動きベクトル105に従って動き補償がなされ、予測画像107が生成される。減算器108においては、入力画像102と予測画像107の差分が計算され、予測誤差109が求められる。予測誤差109は小ブロック（DCTブロック）ごとに離散コサイン変換部110に入力されて離散コサイン変換（DCT）が施された後、量子化部111でDCT係数が量子化される。このとき用いられる量子化ステップは、バッファメモリ113からフィードバックして制御される。量子化されたDCT係数は、符号割り当て部112において符号が割り当てられ、バッファメモリ113に送られる。バッファメモリの占有状態は量子化ステップ計算部114へ送られて、次のDCTブロックの量子化ステップ115が決定され、量子化部111にフィードバックされる。バッファメモリ113に蓄えられたデータ116が最終的な

符号化データとして出力端子117に出力される。

【0004】一方、量子化されたDCT係数は、逆量子化部118で逆量子化され、引続き逆離散コサイン変換部119で逆DCTされた後、加算器120にて予測画像107と加算されて局部復号信号121となり、次フレームの予測のためにフレームメモリ104に蓄えられる。

【0005】通常、このような高能率符号化においては、入力された信号の順序に従ってパイプライン的に処理を行っていた。すなわち、図10に示すように、まず、最初に画面の最も左上のDCTブロックを符号化し、それが終わった時点で次に右隣りのDCTブロックを符号化する。最上のDCTブロックの符号化が終了時点でその下側のDCTブロックを同様に左側から順次処理を行う。

【0006】1フレームの画面全体の画素数をN、1フレームの時間をTとすれば、1画素あたり $t = T/N$ 秒で処理を行うことにより、リアルタイムでの符号化が可能となる。例えば、ITU-R勧告601-3に従う水平720画素、垂直480画素、フレームレート29.97Hzの標準TV信号の場合には、 $t = (1/29.97) / (720 \times 480) \approx 97$ (nsec)となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の方法においては、入力信号をパイプライン的に処理しているので、例えば、HDTV等のように高い周波数でサンプリングされた信号を高能率符号化する場合、ハードウェアを実時間で動作させることが困難になる場合がある。例えば、水平・垂直各方向に標準TVの倍の画素数を持つようなHDTV信号を取り扱う場合を考えると、パイプライン的な符号化処理によれば、1画素の符号化処理を標準TVの場合の1/4の約25nsecで行う必要がある。より大きい画像に対処する場合には、さらに短い時間での処理が要求され、実時間処理が困難になるという問題があった。

【0008】また、DCT係数に対して量子化を行うときの量子化ステップは、バッファメモリの占有量でフィードバック制御されるが、直前のDCTブロックの符号化が終了時点のバッファ占有量を用いて、量子化すべきDCTブロックの量子化ステップを決定しようとするれば、量子化、符号割り当て、バッファ占有量からの次のDCTブロックの量子化ステップ決定の3種の一連の処理を、1DCTブロックの時間内に終了する必要がある。

【0009】しかしながら、単位時間に処理すべき画素数が増えると、1DCTブロックの時間では処理しきれなくなり、フィードバックされるのが、直前のDCTブロックの処理が終わった時点のバッファ状態ではなく、2DCTブロック前、あるいは3DCTブロック前の時点のバッファ状態で決定された量子化ステップを用いざ

るを得ない状況になる。すなわち、制御が遅延することになり、復号画像に悪影響を及ぼすという問題点があった。

【0010】本発明は、この問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、高いサンプリングレートを持つ画像を高能率符号化する場合において、画素あたりの処理速度を低減して実時間処理を可能とする技術を提供することにある。

【0011】本発明の前記ならびにその他の目的及び新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0013】（１）画像符号化復号化方法であって、送信側で、符号化すべき画像を複数個の小画像に分割した後、分割されたそれぞれの小画像に対して並列に高能率符号化を施して伝送し、受信側では、伝送された複数個の小画像に対する符号化データを復号した後、合成して元の画像の複合画像を得ることを特徴とする。

【0014】（２）前記（１）の画像符号化復号化方法であって、符号化すべき画像を、水平・垂直方向にあらかじめ定められた比率でサブサンプリングを行って１つの小画像を得る手段を用い、サブサンプリングを行う際の位相をずらすことによって複数個の小画像を得た後、得られたそれぞれの小画像に対して並列に高能率符号化を行うことを特徴とする。

【0015】（３）前記（２）の画像符号化復号化方法であって、小画像を得るための分割の方法を信号の性質によって選択することを特徴とする。

【0016】

【作用】前述の手段によれば、分割された小画像ごとに高能率符号化処理を並列に行うことが可能となり、 n 個の小画像に分割した場合には１画素の符号化に n 倍の時間をかけることができる。従って、画面サイズの非常に大きくパイプライン的に処理すると１秒あたりに処理すべき画素数が多い場合でも、実時間での符号化が可能となる。

【0017】また、小画像を作成する場合に、前記手段の項の（１）によれば、空間的に区切って分割すれば、画素間相関を最大限に保ったままで、符号化処理を行うことができる。

【0018】また、前記手段の項の（２）によれば、画素インタリーブ分割によって小画像を作成する場合には、各小画像はほぼ同様の画像となり統計的に同じような性質を持つように分割されて符号化処理が行われる。

【0019】また、前記手段の項の（３）によれば、画像の特徴によって、局所的に前記（１）の分割方法と、前記（２）の分割方法を選択することにより、空間的分

割を行った方が符号化効率が良くなる場合は、空間分割をした後符号化処理を行い、そうでない場合には、画素インタリーブによる分割をした後符号化処理を行うことになる。

【0020】

【実施例】以下、本発明による実施例を図面を用いて詳細に説明する。

【0021】（実施例１）図１は本発明による実施例１の小画像分割形画像符号化法の原理を説明するためのブロック図であり、１１は符号化対象画像、１２は分割された小画像信号、１３は符号化・復号化処理、１４は復号画像、１５は復号対象画像である。

【0022】本実施例の小画像分割形画像符号化法の原理は、第１図に示すように、符号化側（送信側）で、まず、符号化対象画像１１の１画面を複数個の小画像１２に分割し、それぞれの小画像１２を符号化・復号化処理１３で並列に符号化する。符号化されたそれぞれの小画像１２の符号化データは、復号側（受信側）の符号化・復号化処理１３で復号化されて復号小画像１４となり、その後、それぞれ符号化対象画像の対応する位置に置かれ、合成された信号が復号信号となり、復号対象画像１５となる。

【0023】図２は前記本実施例１の小画像分割形画像符号化法の実施装置の機能構成を示すブロック構成図であり、４０１は入力端子、４０２は符号化対象画像信号、４０３は画像分割部、４０４は小画像、４０５は情報圧縮部、４０６は符号化出力、４０７は多重化部、４０８は符号化出力データ、４０９は出力端子、４１０は伝送路、４１１は受信端子、４１２は符号化データ、４１３は多重分離部、４１４は符号化データ、４１５は情報復号部、４１６は復号小画像、４１７は画像合成部、４１８は復号信号、４１９は出力端子である。

【0024】次に、本実施例１の小画像分割形画像符号化法の実施装置の動作を図２を用いて説明する。図２に示すように、まず、送信側では、入力端子４０１から入力された符号化対象画像信号４０２を画像分割部４０３において n 個の小画像４０４に分割する。分割されたそれぞれの小画像４０４の信号は、各々情報圧縮部４０５に入力されて符号化処理が施される。符号化出力４０６は多重化部４０７に入力され、１つの符号化出力データ４０８にまとめられた後、出力端子４０９を経て伝送路４１０に送出される。

【0025】一方、受信側では、伝送路４１０から受信端子４１１で受信された符号化データ４１２を多重分離部４１３において n 個の小画像に対応する符号化データ４１４に分離する。分離されたそれぞれの符号化データ４１４は、各々情報復号部４１５に入力されて復号処理が施される。復号された各復号小画像４１６は画像合成部４１７に入力されてももとの符号化対象画像信号のサイズに戻され、復号信号４１８として出力端子４１９

10

20

30

40

50

に出力される。

【0026】画面の分割方法としては、図3(a)，(b)，(c)に示すように、空間的に画像を区切った種々の空間分割方法を用いることが可能である。

【0027】また、小画像への変換の方法として、符号化すべき画像を、水平・垂直方向にあらかじめ定められた比率でサブサンプリングを行って1つの小画像を得る。サブサンプリングの比率は、いくつの小画像(小画面)に分割するかによって決定される。そして、サブサンプリングを行う際の位相をずらすことによって複数個の小画像を得るような構成にする(図4：画素インタリーブ分割による小画像構成方法の例、参照)。すなわち、画素をインタリーブして小画像を得ることになる。

【0028】また、小画像を得るための分割の方法を信号の性質によって、シーンごとあるいは所定領域ごとに、空間的分割かあるいは画素インタリーブ分割かを対象画像に適応するように選択できるようにする。

【0029】(実施例2)本発明による実施例2のHDTV信号を4つの標準TVサイズの小画像に分割して処理し、情報圧縮方法としては離散コサイン変換を用いる場合について説明する。

【0030】図5は本発明による実施例2の画像符号化復号化方法の実施装置の機能構成を示すブロック構成図であり、701は入力端子、702はHDTV信号、703は画像分割部、704～707は標準TVサイズの小画像画像、708～711は離散コサイン変換部、712～715は量子化部、716～719は符号割り当て部、720～723はバッファメモリ部、724～727は符号化出力、728は多重化部、729は符号化出力データ、730は出力端子である。

【0031】本実施例2の画像符号化復号化方法の実施装置の動作を図5を用いて説明する。まず、入力端子701から入力されたHDTV信号702は、画像分割部703において4つの標準TVサイズの小画像704～707に分割される。

【0032】このようにして得られたそれぞれの標準TVサイズの小画像704～707に対して、その後の処理は並列で行われる。分割された標準TVサイズの小画像704～707は、各々離散コサイン変換部708～711に入力されて離散コサイン変換が施された後、量子化部712～715に入力される。量子化部712～715では、離散コサイン変換係数を量子化し、符号割り当て部716～719において符号が割り当てられた後、バッファメモリ部720～723に送られる。

【0033】バッファメモリ部720～723においては、それぞれ、その出力が定められた情報量になるように量子化部712～715へフィードバック制御がかけられる。各小画像に対する符号化出力724～727は、多重化部728に入力され、1つにまとめられた後、出力端子730を経て伝送路に送出される。

【0034】分割の方法としては、図6(a)に示すような空間的分割、あるいは図6(b)に示すような画素インタリーブ分割が採用される。図6(a)に示す空間的分割においては、小画像のサイズが、HDTV画像の水平垂直のサイズのそれぞれ半分になるように「田の字」形に分割され、小画像1、小画像2、小画像3、小画像4となる。

【0035】一方、図6(b)に示す画素インタリーブ分割においては、まず、水平・垂直方向に2:1の比率で1画素おきにサブサンプリングして小画像1が得られる。小画像1が得られた時のサブサンプリングの位相を水平方向に1画素シフトしてサブサンプリングすることにより小画像2が得られ、垂直方向に1画素シフトしてサブサンプリングすることにより小画像3が得られ、水平・垂直方向に1画素づつシフトしてサブサンプリングすることにより小画像4が得られる。

【0036】(実施例3)本発明による実施例3のHDTV信号を4つの標準TVサイズの小画像に分割する際に、空間分割と画素インタリーブ分割を切替える場合について説明する。

【0037】図7は本発明による実施例3の画像符号化復号化方法の実施装置の機能構成を示すブロック構成図であり、901は入力端子、902はHDTV信号、903は特徴量計算部、904は切替え信号、905は画像分割部、906～909は標準TVサイズの小画像、910～913は離散コサイン変換部、914～917は量子化部、918～921は符号割り当て部、922～925はバッファメモリ部、926～929は符号化出力、930は多重化部、931は符号化出力データ、932は出力端子である。

【0038】本実施例3の画像符号化復号化方法の実施装置の動作を図6を用いて説明する。まず、入力端子901から入力されたHDTV信号902は、特徴量計算部903にて画面の特徴が計算され、切替え信号904が求められる。得られた切替え信号904に基づいて、画像分割部905において4つの標準TVサイズの小画像906～909に分割される。このようにして得られたそれぞれの標準TVサイズの小画像906～909に対して、その後の処理は並列で行われる。分割された標準TVサイズの小画像906～909は、各々離散コサイン変換部910～913に入力されて離散コサイン変換が施された後、量子化部914～917に入力される。量子化部914～917では、離散コサイン変換係数を量子化し、符号割り当て部918～921において符号が割り当てられた後、バッファメモリ部922～925に送られる。バッファメモリ部922～925においては、それぞれ、その出力が定められた情報量になるように量子化部914～917へフィードバック制御がかけられる。各小画像906～909に対する符号化出力926～929は、多重化部930に入力され、1つ

の符号化出力データ931にまとめられた後、出力端子932を経て伝送路に送出される。

【0039】切替え信号の設定は、例えば以下のようにすればよい。図8(a)に示すように、1画素ごとに変化が激しいような場合には、HDTV信号の高周波成分の電力は非常に大きくなり、画素インタリーブ分割をした方が得られる小画像での高周波成分を小さくでき、符号化を易しくすることができる。しかし、図8(b)に示すように、なだらかな変化をするような場合には画素インタリーブ分割をすると、得られる小画像においての隣合う画素の相関が小さくなり、符号化効率が低下するため、空間的分割をした方が有利となる。従って、特徴量計算部903では、例えば、HDTV信号の周波数スペクトラムを計算して、高周波成分の電力があるしきい値以下の場合には空間分割を選択する信号が、高周波成分の電力がしきい値以上の場合には画素インタリーブ分割を選択する信号が、切替え信号として出力されるようにすればよい。

【0040】以上、実施例については、4分割する場合について述べたが、複数個に分割する場合も全く同様に考えることができる。また、符号化方法も前記実施例で述べたフレーム内DCTのみならず、動き補償フレーム間DCT符号化等一般的な方式にも適用できる。

【0041】以上、本発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更し得ることは言うまでもない。

【0042】

【発明の効果】本願において開示された発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0043】(1) 分割された小画像ごとに高能率符号化処理を並列に行うことができるので、n個の小画像に分割した場合には1画素の符号化にn倍の時間をかけることができる。従って、画面サイズの非常に大きくパイプライン的に処理すると1秒あたりに処理すべき画素数が多い場合でも、実時間での符号化が可能となる。

【0044】(2) 小画像を作成する場合に、空間的に区切って複数個の小画像に分割すれば、画素間相関を最大限に利用できるため、符号化効率の劣化を最小限にすることができる。

【0045】(3) 画素インタリーブ方法によって小画像を作成する場合には、分割された各小画像はほぼ同様の画像となり統計的に同じような性質を持つことになるので、小画像によって符号化の難易の程度が異なることがない。そのため、全体に割り当てられた情報量を単純に均等になるように割り振ることによって良好な符号化制御を行うことができる。

【0046】(4) 画像の特徴によって局所的に、空間的に区切って複数個の小画像に分割する分割方法と画素

インタリーブ方法による分割方法を切替えることにより、符号化に適した分割が可能となり、符号化効率を向上することができる。

【0047】(5) 前記(1)～(4)により、HDTVあるいはそれ以上のサイズの大きな動画像であっても、符号化効率、符号化制御の容易さ等を考慮しつつ、実時間での符号化復号化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施例1の小画像分割形画像符号化法の原理を説明するためのブロック図である。

【図2】本実施例1の小画像分割形画像符号化法の実施装置の機能構成を示すブロック構成図である。

【図3】本実施例1の空間分割による小画像構成方法の例を示す図である。

【図4】本実施例1の画素インタリーブ分割による小画像構成方法の例を示す図である。

【図5】本発明による実施例2の画像符号化復号化方法の実施装置の機能構成を示すブロック構成図である。

【図6】本実施例2の小画像への分割方法を示す図である。

【図7】本発明による実施例3の画像符号化復号化方法の実施装置の機能構成を示すブロック構成図である。

【図8】本実施例3における小画像構成方法の切替え方法を説明する図である。

【図9】従来の動き補償予測離散コサイン変換による画像符号化方法の実施装置の機能構成を示す図である。

【図10】従来のパイプライン処理による符号化処理順序を示す図である。

【符号の説明】

11…符号化対象画像、12…分割された小画像、13は符号化・復号化処理、14…復号画像、15…復号対象画像、101…入力端子、102…入力画像信号、103…動きベクトル検出部、104…フレームメモリ、105…動きベクトル、106…動き補償部、107…予測画像、108…減算器、109…予測誤差、110…離散コサイン変換部、111…量子化部、112…符号割り当て部、113…バッファメモリ、114…量子化ステップ計算部、115…量子化ステップ、116…符号化データ、117…出力端子、118…逆量子化部、119…逆離散コサイン変換部、120…加算器、121…局部復号信号、401…入力端子、402…符号化対象画像信号、403…画像分割部、404…分割されたn個の小画像、405…情報圧縮部、406…符号化出力、407…多重化部、408…符号化出力データ、409…出力端子、410…伝送路、411…受信端子、412…符号化データ、413…多重分離部、414…各小画像に対応する符号化データ、415…情報復号部、416…復号されたn個の小画像、417…画像合成部、418…復号画像信号、419…出力端子、701…入力端子、702…入力HDTV信号、703

…画像分割部、704～707…分割された標準TVサイズ小画像、708～711…離散コサイン変換部、712～715…量子化部、716～719…符号割り当て部、720～723…バッファメモリ、724～727…小画像に対する符号化出力、728…多重化部、729…HDTV信号に対する符号化データ、730…符号化データ出力端子、901…入力端子、902…入力HDTV信号、903…特徴量計算部、904…切替え

信号、905…画像分割部、906～909…分割された標準TVサイズ小画像、910～913…離散コサイン変換部、914～917…量子化部、918～921…符号割り当て部、922～925…バッファメモリ、926～929…小画像に対する符号化出力、930…多重化部、931…HDTV信号に対する符号化データ、932…符号化データ出力端子。

【図1】

【図6】

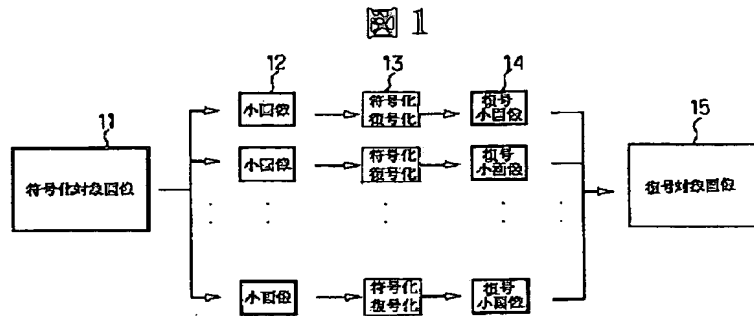
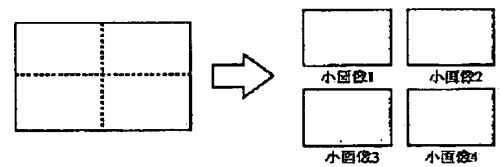
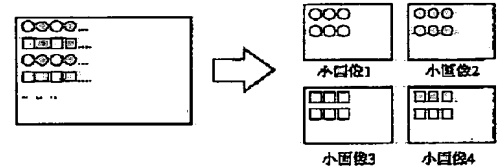


図6

(a) 空口的分割

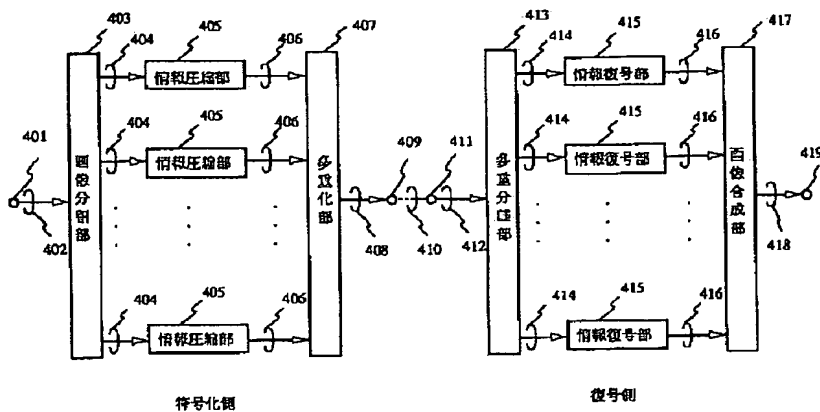


(b) 図素インタリーブ分割



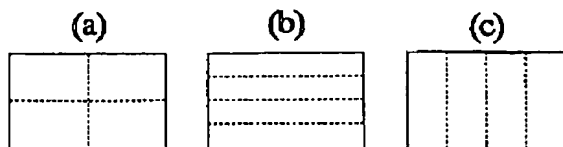
【図2】

図2



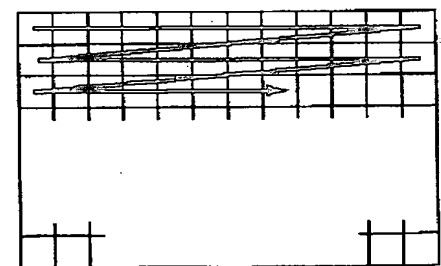
【図3】

図3



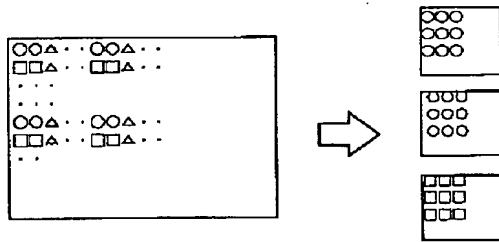
【図10】

図10



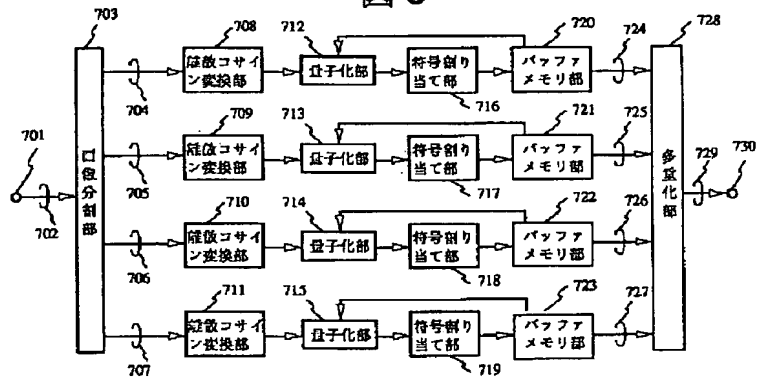
【図4】

図4



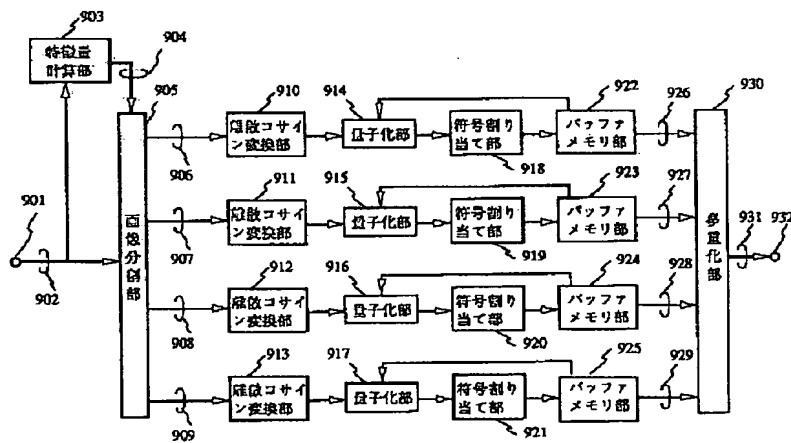
【図5】

図5

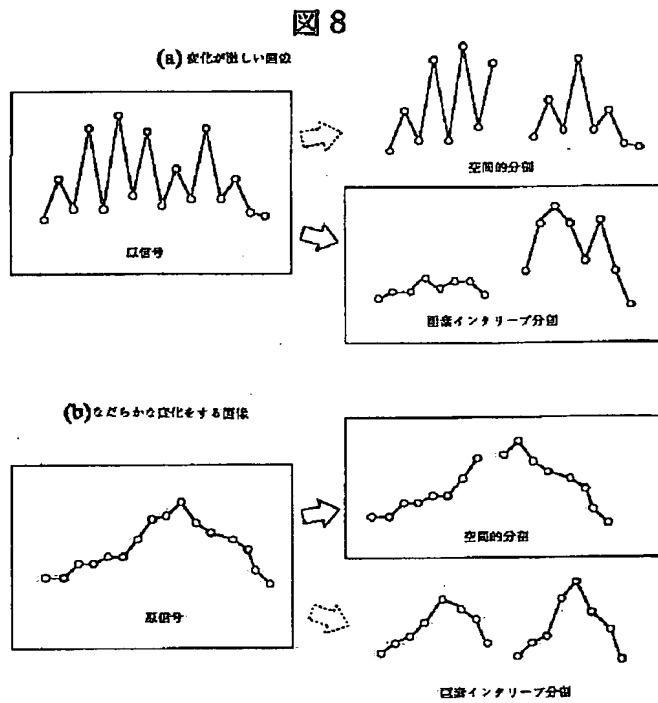


【図7】

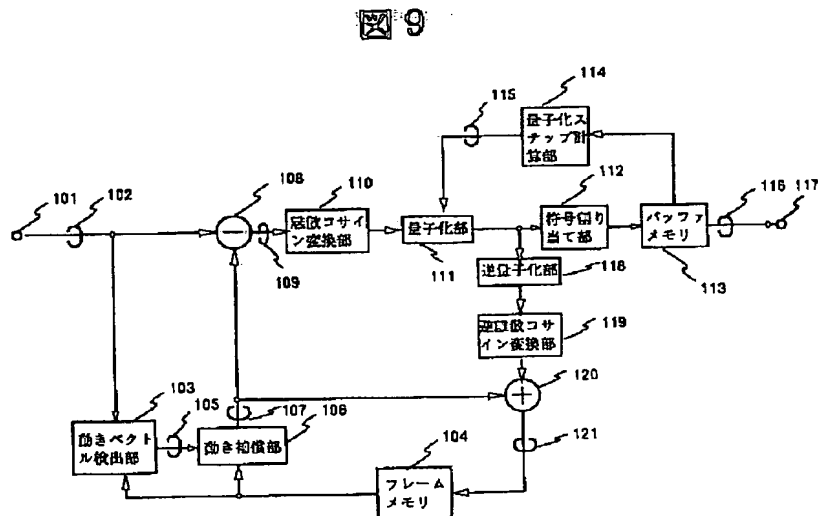
図7



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 3 M 7/30

H 0 4 N 7/015

識別記号

庁内整理番号

A 8842-5 J

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/66

H 0 4 N 7/00

3 3 0 D

A

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.